



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Koichi KIMOTSUKI, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: February 19, 2002

Examiner:

*3/Print
Paper
G. Stanley
4-5-02*

For: WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING OPTICAL TRANSMISSION APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-238260

Filed: August 6, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: February 19, 2002

By: *H. J. Staas*

H. J. Staas
Registration No. 22,010

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC996 U.S. PTO
10/076528
02/19/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 8月 6日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-238260

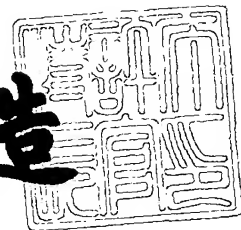
出 願 人
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年10月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3092862

【書類名】 特許願

【整理番号】 0150097

【提出日】 平成13年 8月 6日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G02F 1/313
H04B 10/08
H04J 14/02

【発明の名称】 波長多重光伝送装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目 2 2 番 8 号 富士通
九州ディジタル・テクノロジー株式会社内

【氏名】 肝付 康一

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目 2 2 番 8 号 富士通
九州ディジタル・テクノロジー株式会社内

【氏名】 速水 数徳

【発明者】

【住所又は居所】 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目 2 2 番 8 号 富士通
九州ディジタル・テクノロジー株式会社内

【氏名】 永吉 龍夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通
株式会社内

【氏名】 榎 孝徳

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100100871

【弁理士】

【氏名又は名称】 土屋 繁

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9905449

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 波長多重光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 出力ポートと複数の入力ポートを有するアレイ導波回路格子と、

前記入力ポートのいずれかに入力されるパイロット信号を発生する発光手段と、

前記出力ポートから出力される前記パイロット信号を含む波長多重信号をモニタする受光手段と、

前記モニタされたパイロット信号により検知された前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路と、
を具備することを特徴とする波長多重光伝送装置。

【請求項 2】 入力ポート及び複数の出力ポートを有するアレイ導波回路格子と、

前記入力ポートに波長多重信号と共に入力されるパイロット信号を発生する発光手段と、

前記出力ポートから出力される前記パイロット信号をモニタする受光手段と、

前記モニタされたパイロット信号により検知された前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路と、
を具備することを特徴とする波長分離光伝送装置。

【請求項 3】 波長の異なる第 1 光信号群を多重した信号を送信する波長多重光伝送装置において、

第 1 から第 N の入力ポートのそれぞれから入力された波長の異なる第 1 光信号群の多重出力用の第 1 の出力ポートと、該第 1 から該第 N の入力ポートのそれぞれから入力された波長の異なる第 2 光信号群の多重出力用の第 2 の出力ポートを有するアレイ導波回路格子と、

前記第 2 光信号群に属する波長を有するパイロット信号を対応する前記入力ポートに与える発光手段と、

前記第 2 の出力ポートから出力される前記パイロット信号をモニタする受光手

段と、

前記モニタしたパイロット信号により検知した前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路と、
を具備することを特徴とする波長多重光伝送装置。

【請求項 4】 前記発光手段は、波長ロック機能を備えた波長可変光源であって、前記パイロット信号が入力される、ポート帯域内で波長スイープされる信号光を発生し、

前記受光手段は、前記スイープされた信号光を受光することで前記ポートのフィルタ特性変動量を検知する、請求項 1～3 のいずれか一つに記載の波長多重光伝送装置。

【請求項 5】 前記発光手段は複数の光源からなり、

前記受光手段は、前記複数の光源の各受光レベルを相互に比較することで前記パイロット信号が入力されるポートのフィルタ特性変動量を検知する、請求項 1～3 のいずれか一つに記載の波長多重光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は光伝送装置に関し、特に波長の異なる光信号の多重／分離によって一本の光ファイバで大容量且つ高速のデータ伝送を行なう波長分割多重方式（WDM; Wavelength Division Multiplexing）による波長多重光伝送装置であって、多重する波長の高密度化のために各信号のフィルタ帯域の安定精度を向上させた波長多重装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

図 1～3 は、従来の波長多重光伝送装置の多重部／分離部の一構成例を示したものである。

図 1 の（a）には、光多重／分離機能の主流をなす AWG（Arrayed-Waveguide Grating）10 と呼ばれるアレイ導波回路格子を使用した例を示している。AWG 10 は、長さの異なる複数の導波路アレイからの回折光の干渉によって回折

格子と同様に機能し、波長合分波器、波長ルータ等の種々のデバイスに適用される。

【0003】

AWG 10の波長多重機能では、複数の入力ポートからの異なる周波数成分をまとめて1つの出力ポートから出力する。図2に示すようにAWG 10は本来 $n \times n$ の周波数切り替えスイッチ機能を有しており、 n 個の入力ポートに対して同じ数の n 個の出力ポートが存在し、所定の入力ポートからの周波数成分は所定の出力ポートから出力される。前記波長多重機能では全ての出力ポートを必要としないため、その内の一つの出力ポートだけが使用される（図中の入力ポート側の点線枠内の信号 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ が、出力ポート側の点線枠内の波長多重信号 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ として出力される）。

【0004】

ところで、図3に示すように、AWG 10は一般に入出力導波路とコリメート／集光レンズの機能を有する2つのスラブ導波路18及び19とが1つの基板17上に集積形成された合分波器として作製される。AWG 10の入出力ポート間における光フィルタ特性は各導波路の長さをパラメータとする温度依存性を有しており、温度変化による導波路の膨張／収縮によってフィルタの帯域が変動する。その変化は各チャンネルで一様であり、波長のずれは全てのチャンネルで同一ベクトルの変化となって現れる。

【0005】

そのため、AWG 10にはフィルタ特性を規定波長で安定化させるために温度制御回路11が組み込まれている。図1の（b）には、AWGに組み込まれる温度制御回路の従来構成例を示している。ここでは、AWG内に安定な抵抗温度係数を持つセンサ抵抗15と消費電力に比例して放熱を行うヒータ抵抗体16とが実装され、さらにセンサ抵抗15の抵抗変動を感知してヒータ抵抗16に電流を供給する温度制御のための回路13及び14が組み込まれている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の温度制御回路13～16は、その構成部品自身が初期バ

ラツキや温度変動・経年変化等の特性劣化要因を有しているため、初期設定時に各構成部品の初期バラツキを吸収できたとしても、その後の運用時における部品の温度変動やAWGの経年変化等によるフィルタの中心波長の変動には対処できないという問題があった。その結果、温度特性や経年変化等の波長安定誤差要因まで含めた波長多重光伝送装置の設計が必要となり、このことがより高密度な波長多重光伝送装置開発を困難にする大きな障壁の一つとなっていた。

【 0 0 0 7 】

そこで本発明の目的は、上記各問題点に鑑み、従来のAWGのフィルタ特性を間接的に示すAWGの温度検出及びその制御という手法に加えて、AWGにそのフィルタ変動を直接モニタする手段を組み込んで構成部品の温度特性や経年変化によるフィルタの波長変動を直接検出し、その変動分をキャンセルするようにAWGを温度制御する波長多重光伝送装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

これにより、初期設定時はもとより運用開始以降においても温度変動や経年変化による総合的な波長変動量の検出及びその制御が可能となり、AWGのフィルタ波長の安定精度が飛躍的に向上する。その結果、より高密度な波長多重構成を有する波長多重光伝送装置が提供可能となる。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、出力ポートと複数の入力ポートとを有するアレイ導波回路格子と、前記入力ポートのいずれかに入力されるパイロット信号を発生する発光手段と、前記出力ポートから出力される前記パイロット信号を含む波長多重信号をモニタする受光手段と、前記モニタされたパイロット信号により検知された前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路と、を具備する波長多重光伝送装置が提供される。

【 0 0 1 0 】

前記発光手段は、波長ロッカ機能を備えた波長可変光源であって、前記パイロット信号が入力されるポート帯域内で波長スイープされる信号光を発生する。前記受光手段は、前記スイープされた信号光を受光することで前記ポートのフィル

タ特性変動量を検知する。また、前記発光手段は複数の光源からなり、前記受光手段は前記複数の光源の各受光レベルを相互に比較することで前記パイロット信号が入力されるポートのフィルタ特性変動量を検知する。

【0011】

また本発明によれば、入力ポート及び複数の出力ポートを有するアレイ導波回路格子と、前記入力ポートに波長多重信号と共に入力されるパイロット信号を発生する発光手段と、前記出力ポートから出力される前記パイロット信号をモニタする受光手段と、前記モニタされたパイロット信号により検知された前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路と、を具備する波長分離光伝送装置が提供される。

【0012】

さらに本発明によれば、波長の異なる第1光信号群を多重した信号を送信する波長多重光伝送装置において、第1から第Nの入力ポートのそれぞれから入力された波長の異なる第1光信号群の多重出力用の第1の出力ポートと、該第1から該第Nの入力ポートのそれぞれから入力された波長の異なる第2光信号群の多重出力用の第2の出力ポートを有するアレイ導波回路格子と、前記第2光信号群に属する波長を有するパイロット信号を対応する前記入力ポートに与える発光手段と、前記第2の出力ポートから出力される前記パイロット信号をモニタする受光手段と、前記モニタしたパイロット信号により検知した前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路と、を具備する波長多重光伝送装置が提供される。

【0013】

【発明の実施の形態】

本発明では、AWGの各フィルタ波長の温度依存性が全てのポートについて同一ベクトルを有する点に着目し、AWGの波長多重機能又は $n \times n$ 周波数切り替えスイッチ機能を利用して所定のダミーポートに入力したパイロット信号を常時モニタすることによってフィルタ変動を直接検出する。その結果によりAWGの温度をフィードバック制御することで、フィルタの波長変動分は装置構成部品等の温度特性や経時変化をマスクしたかたちで精度良くキャンセルされ、初期設定

時の状態が維持継続される。

【 0 0 1 4 】

図 4 は、本発明の第 1 の実施例を示したものである。

本例では波長多重光伝送装置の送信側に本発明を適用した場合を示している。図 4 において、波長多重を行う AWG 10 の入力ポートの一部を運用する受信側への信号伝送に用いる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ とは異なる波長の入力用に割りあてる（以下ダミーポート 20 と称する）。また、パイロット信号を発生させる発光手段 21 が AWG 10 のダミーポート 20 に接続され、それにより AWG 10 の出力ポートからは運用する $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 波 + パイロット信号の合計 $n + 1$ 波の波長多重信号が出力される。

【 0 0 1 5 】

AWG 10 の出力ポートからの波長多重信号は、カプラ（ 1×2 CPL）23 によって 2 分岐され、その一方の出力信号（パイロット信号を含む）は受光手段 22 に入力され、また他方の出力信号はアンプ 24 に入力されて前記 2 分岐によって 3 dB 低下した信号パワーを元のレベルまで増幅する。前述したように、AWG 10 の各ポートの特性変動は同一ベクトルを有しているため、受光手段 22 においてダミーポート 20 へのパイロット信号によってその入出力ポート間の波長変動量を直接モニタすれば AWG 10 全体の波長変動が検知できる。

【 0 0 1 6 】

次に、発光手段 21 と受光手段 22 との組み合わせによるパイロット信号のモニタにより検知したフィルタの波長変動量に基づき、従来例で説明した温度制御部 11 に対して装置外部からの手動により又はコントローラ等による自動によりフィードバック制御を行なう（図中の波長補正值）。その結果、フィルタの波長変動分は装置構成部品等の温度特性や経時変化をマスクしたかたちで精度良くキャンセルされ、初期設定時の状態が維持継続される。

【 0 0 1 7 】

図 5 ～ 8 は、本発明の第 1 の実施例における具体的な構成例を示している。

図 5 は、図 4 の発光手段 21 や受光手段 22 の一例を示したものである。

図 5 の（a）は、図 4 の発光手段 21 に光増幅器（又は LED）の自然放出光

(A S E ; Amplified spontaneous emission) を使用した例を示している。A S E は増幅された自然放出光をいい光増幅器では本質的な雑音源となる。

【 0 0 1 8 】

光増幅器は入力光がある場合には増幅される帯域が信号光に集中するため A S E レベルは小さいが、入力光が無い場合にはその雑音が一律に増幅されて広帯域で高レベルの A S E 光が出力される。従って本発明では光増幅器に入力光を与えないで、A S E 光源として用いる。図 5 の (a) では、A S E 光源 3 1 からの A S E 光が狭帯域フィルタ 3 2 を通過することによって図 4 で説明した運用波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ とは異なる波長帯域 λ_{n+1} のパイロット信号が生成され、それが A W G 1 0 のダミーポート 2 0 に入力される。

【 0 0 1 9 】

また、図 5 の (b) には、図 4 の受光手段 2 2 の一構成例を示している。ここでは、A W G 1 0 から出力される波長多重信号 $\lambda_1 \sim \lambda_{n+1}$ から狭帯域フィルタ 3 3 によってダミーポートの帯域のパイロット信号 λ_{n+1} のみを通過させる。そのパイロット信号 λ_{n+1} はフォトダイオード (P D) 等を使って構成したパワーメータ 3 4 に入力されてその受信信号レベルの変動、すなわちダミーポートのフィルタ特性の変動に基づく波長変動量が直接検出される。なお、パワーメータ 3 4 に代えて光スペクトラムアナライザ 3 5 を用いて分光分析を行い、より高精度な波長変動量を検出してもよい。その際、フィルタ 3 3 は削除してもよい。

【 0 0 2 0 】

図 6 は、発光手段 2 1 の別の例を示したものである。

図 6 の (a) には、高精度に安定化された波長信号を出力可能な光源としてレーザダイオード (L D) 3 6 と波長ロッカ 3 8 との組み合わせによる発光手段 2 1 を示している。波長ロッカ 3 8 には 2 つの帯域の異なるフィルタとフォトダイオード (P D 1 及び P D 2) が実装されており、P D 1 と P D 2 を除算 (3 9) することで現波長が特定され、その波長とリファレンス (L D 3 6 の出力希望波長) との比較 (4 0) により L D 3 6 の温度制御 (4 1) を行なう。

【 0 0 2 1 】

前記リファレンスを可変すると L D 3 6 の温度制御によって発光波長も微小に

変化する。従って、波長ロックを用いた光源 2 1 と図 5 の (b) のパワーメータ 3 4 とを組み合わせ、さらに発光波長を微小にスイープさせると、図 6 の (b) に示すようにダミーポート 2 0 の入出力ポート間におけるフィルタ波形 ($P-n \sim P-n$) が直接モニタできる。この構成によれば、受光手段 2 2 として光スペクトラムアナライザ 3 5 を使った分光分析を行なうまでもなく、簡易な P D のパワーメータ 3 4 によって同等な機能を実現することができる。

【 0 0 2 2 】

図 7 は、発光手段 2 1 のさらに別の例を示したものである。

ここでは、波長の異なる 2 つの発光手段 2 1 - 1 及び 2 1 - 2 が使用され、各々の出力光はカプラ (1×2 C P L) 4 2 によって合波されて A W G 1 0 のダミーポート 2 0 へ入力される。この場合の発光手段 2 1 - 1 及び 2 1 - 2 には前述した波長ロックを用いた光源が使用され、2 つの光源はダミーポート 2 0 のフィルタの規定希望中心波長 λ_{n+1} から短波側と長波側に少しずらした波長の異なるものが使用される。

【 0 0 2 3 】

一方、受光手段 2 2 には図 5 の (b) で示した光スペクトルアナライザ 3 5 が用いられ、2 つの信号光のレベル差がモニタされる。なお、2 つの信号光の波長にそれぞれ対応して各波長信号を通過させる狭帯域フィルタ及びパワーメータを 2 組用意し、その間のレベル差によって波長変動を検出することもできる。

【 0 0 2 4 】

図 8 には、2 つの発光手段 2 1 - 1 及び 2 1 - 2 を用いた波長変動の検出原理を示している。

図 8 の (a) は、各発光手段 2 1 - 1 及び 2 1 - 2 からの各信号光レベル (P_1 及び P_2) が互いに等しい場合 ($\Delta P = P_1 - P_2 \doteq 0$) であって、初期設定時又は安定運用時の信号検出レベルを示している。ここで、細線はダミーポート 2 0 のフィルタ特性を示している。

【 0 0 2 5 】

図 8 の (b) は、A W G 1 0 の温度変化等により前記フィルタ特性の中心波長が長波側に移動した場合を示しており、この場合は $\Delta P \gg 0$ となる。図 8 の (

c) は、反対にフィルタ特性の中心波長が短波側に移動した場合を示しており、 $\Delta P < 0$ となる。このように、2つの異なる波長信号を用いれば、単に2波の受光レベルを比較するだけで波長変動方向等の検出が可能であり又は2波の受光レベル差の変動量により波長変動量の検出が可能となる。従って、変動方向とは逆の方向に中心波長が移動するように、AWGに波長制御をかける。

【 0 0 2 6 】

図9は、本発明の第2の実施例を示したものである。

本例では波長多重光伝送装置の受信側に本発明を適用した場合を示している。受信側におけるAWG10'、温度制御回路11'、カプラ23'、発光手段21'、受光手段22'、及びダミーポート20'は、先に説明した図4の送信側の対応する各構成要素と同様であり、またその具体例も図5～8に示したものと同様である。従って、ここではそれらについて更に説明しない。

【 0 0 2 7 】

なお、先に説明した図3には、AWG10が受信側の分波器として使用された場合が示されており、入力ポートに入力された波長多重信号 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ が各出力ポートからそれぞれの波長信号 λ_N として出力される。本発明ではこの内の1つがダミーポートとして使用される。すなわち、発光手段21'により入力されたパイロット信号を、ダミーポート20'から抽出し、受光手段で、AWGの特性を同様に検知し、温度制御部11'により同様に補正をかける。

【 0 0 2 8 】

図10及び11は、本発明の第3の実施例を示したものである。

図10に示すように、本例ではAWG10の温度制御回路11を制御するのにマイクロプロセッサ回路で構成されたコントローラ43が使用され、さらに図11に示すようにコントローラ43はその制御のために温度制御テーブル44を使用する。温度制御テーブル44は、受光手段22で検出された波長変動量を修正するためのリファレンス電圧値、及びその電圧値を発生させる図示しないD/Aコンバータに対する書き込み値が格納されており、D/Aコンバータの出力によって温度制御回路11が制御される。

【 0 0 2 9 】

このように、コントローラ 4 3 は受光手段 2 2 の検出量と温度制御テーブル 4 4 とを基に、内蔵された所定の修正アルゴリズムによるプログラムに従って AWG 1 0 のフィルタ特性等の変動量を適宜修正する。また、図 6 の (b) や図 8 で説明した方法によれば、前者の場合にはフィルタの中心波長が規定波長になるように、また後者の場合には 2 つの受光レベルの差がゼロとなるようにアルゴリズムを組むことで、前記温度制御テーブル 4 4 を不要にすることもできる。

【 0 0 3 0 】

図 1 2 は、図 4 の別の構成による第 4 の実施例を示したものである。また図 1 3 は、図 7 の別の構成による第 5 の実施例を示したものである。

図 4 では入力側にだけダミーポート 2 0 が設けられていたのに対して、第 4 の実施例では新に AWG 1 0 の出力側にもモニタ用のダミーポート 5 1 が設けられる。また、第 5 の実施例では入出力双方に複数のダミーポート 5 1 ~ 5 4 が設けられる。

【 0 0 3 1 】

図 1 4 は、AWG 1 0 のある出力ポートをダミーポート化する原理構成を示したものである。

図 1 4 には、簡単な 3×3 の AWG 1 0 の例を示している。図中の点線枠で示すように、入力側では 2 つの運用入力ポート (OPTIN 1 及び OPTIN 2) のそれぞれに波長 λ_1 (1) と λ_2 (5) の各信号光が割り当てられ、もう 1 つの入力ダミーポート (dummy) には波長 λ_1 (7) のパイロット信号が割り当てられている。

【 0 0 3 2 】

この割付によって、出力側では 1 つの運用出力ポート (OPTOUT 1) から波長 λ_1 (1)、 λ_2 (5) の波長多重信号が出力される。また、出力ダミーポートに割り当てられた別の運用出力ポート (OPTOUT 2) からは入力ダミーポート (dummy) に入力された波長 λ_1 (7) のパイロット信号が出力される。この場合には、入力側の他の波長信号 (2) ~ (4)、(6)、(8) 及び (9) は入力されない。

【 0 0 3 3 】

本例のような信号光の割り付けによって、図 1 2 及び 1 3 に示す構成が簡単に実現できる。このような構成により、図 4 の送信側のカプラ 2 3 とアンプ 2 4 及び図 7 のカプラ 4 2 が不要となりハードウェアや製造コストの低減が図られ、またカプラ 2 3 を使用しないために分割損失等が発生せずに十分な受光レベルが得られる利点がある。さらに、受光手段 2 2 においても、パイロット信号だけを通過させる狭帯域フィルタ（図 5 の（b）の 3 3）が不要になる利点がある。

【 0 0 3 4 】

図 1 5 には、図 1 3 の 2 つの発光手段 2 1 - 1 及び 2 1 - 2 を用いた波長変動の検出原理を示している。

先に説明した図 8 の例では、1 つのダミーポートの帯域内に互いに波長のじゃっかん異なる波長信号を入力しているが、本例では 2 つのダミーポート 5 3 及び 5 4 のそれぞれに異なる帯域内の波長のパイロット信号を入力している。ここで、1 つのダミーポートにはその中心波長より短波側に、もう一方のダミーポートにはその中心波長より長波側へ $\Delta \lambda$ だけずらしたパイロット信号が入力される。

【 0 0 3 5 】

その結果、フィルタ変動による受光レベル変動方向が 2 つのパイロット信号で互いに逆向きとなる。よって、先に説明した図 8 の例と同様に 2 つの異なる波長信号の受光レベルを比較することで波長変動量が検出できる。その詳細な動作については図 8 の説明を参照されたい。なお、図 1 3 の構成では、出力側で 2 つの異なる波長のパイロット信号を分離する必要があるため、各出力ダミーポート 5 1 及び 5 2 に簡易なパワーメータを接続するだけでよく、2 波長の検出に高価な光スペクトルアナライザを使用する必要はない。

【 0 0 3 6 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば AWG にそのフィルタ変動を直接モニターする手段を組み込んで部品の温度特性や経時変動を含むフィルタの波長変動を直接検出してその変動分をキャンセルするように制御する。そのため、装置構成部品の温度変動や経年変化等がマスクされ、それらを含む総合的な波長変動量の検出とそのキャンセル制御によって AWG のフィルタ波長の安定精度を飛躍的に向

上し維持継続することが可能となる。そのため、より高密度な波長多重構成を有する波長多重光伝送装置が提供可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の波長多重光伝送装置の多重部／分離部の一構成例を示した図である。

【図 2】

AWGの $n \times n$ の周波数切り替えスイッチ機能の一例を示した図である。

【図 3】

AWGによる分波器の一例を示した図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施例を示した図である。

【図 5】

図 4 の発光手段や受光手段の一例を示した図である。

【図 6】

図 4 の発光手段の別の例（波長ロッカ）を示した図である。

【図 7】

図 4 の発光手段のさらに別の例（2 波長）を示した図である。

【図 8】

図 7 の波長変動の検出原理を示した図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施例を示した図である。

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施例を示したものである。

【図 1 1】

図 1 0 の温度制御テーブルの一例を示した図である。

【図 1 2】

本発明の第 4 の実施例を示した図である。

【図 1 3】

本発明の第 5 の実施例を示した図である。

【図 1 4】

AWGの出力ポートをダミーポートにする原理構成を示した図である。

【図 1 5】

図 1 3 の波長変動の検出原理を示した図である。

【符号の説明】

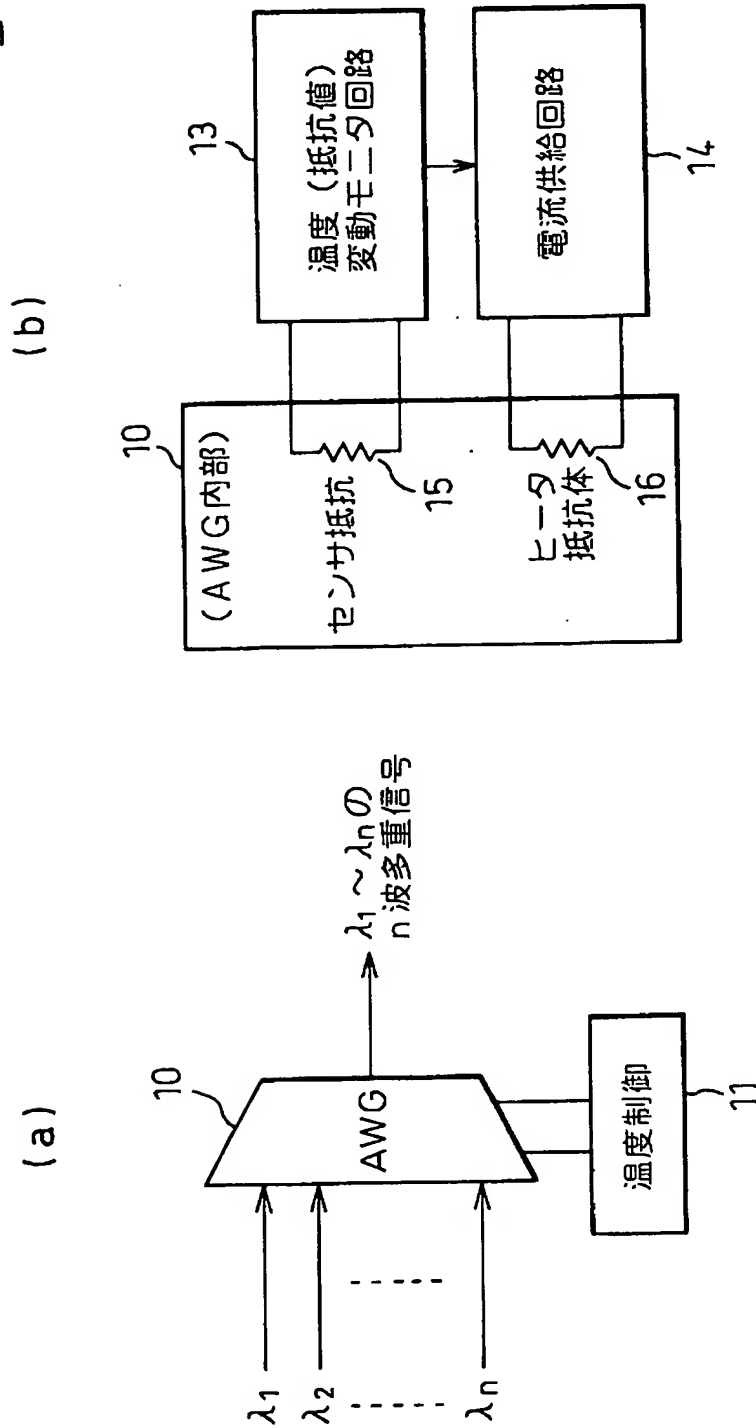
- 1 0、1 0' …アレイ導波回路格子 (AWG)
- 1 1、1 1' …温度制御回路
- 1 5 …センサ抵抗
- 1 6 …ヒータ抵抗体
- 1 7 …基板
- 1 8、1 9 …スラブ導波路
- 2 0、2 0'、5 1 ~ 5 4 …ダミーポート
- 2 1、2 1'、2 1 - 1、2 1 - 2 …発光手段
- 2 2、2 2' …受光手段
- 2 3、2 3'、4 2 …カプラ
- 2 4 …アンプ
- 3 2、3 3 …狭帯域フィルタ
- 3 4 …パワーメータ
- 3 5 …光スペクトルアナライザ
- 3 8 …波長ロック
- 3 6 …レーザダイオード
- 4 3 …コントローラ
- 4 4 …温度制御テーブル

【書類名】

図面

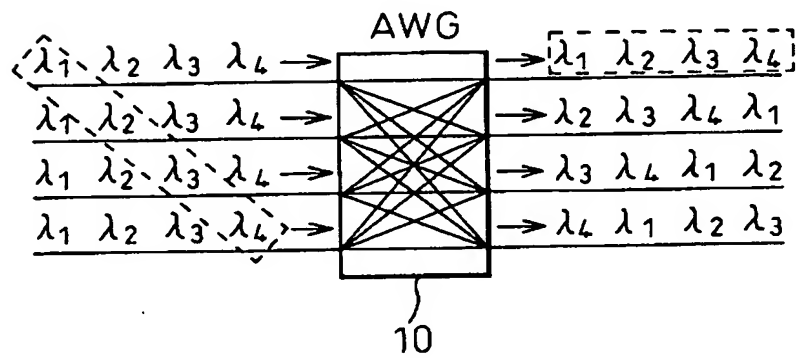
【図 1】

図 1



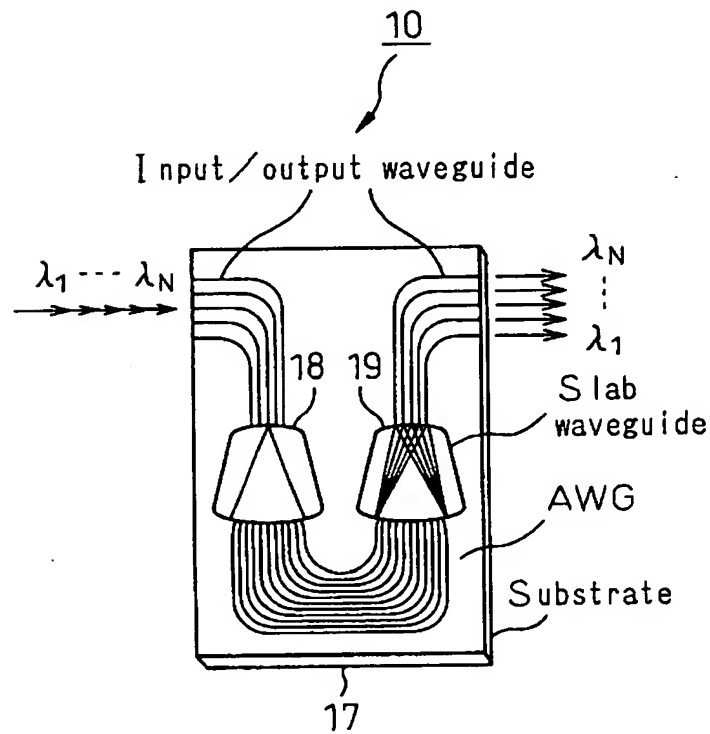
【図 2】

図 2

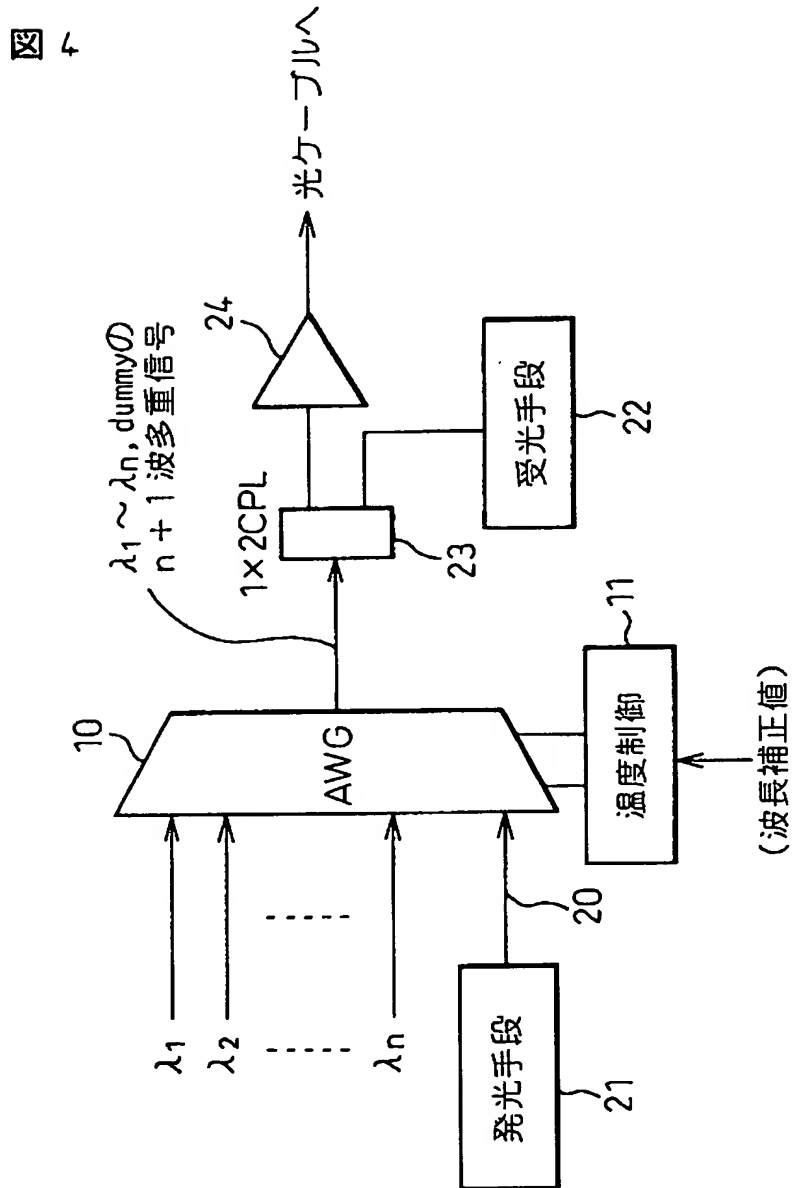


【図 3】

図 3

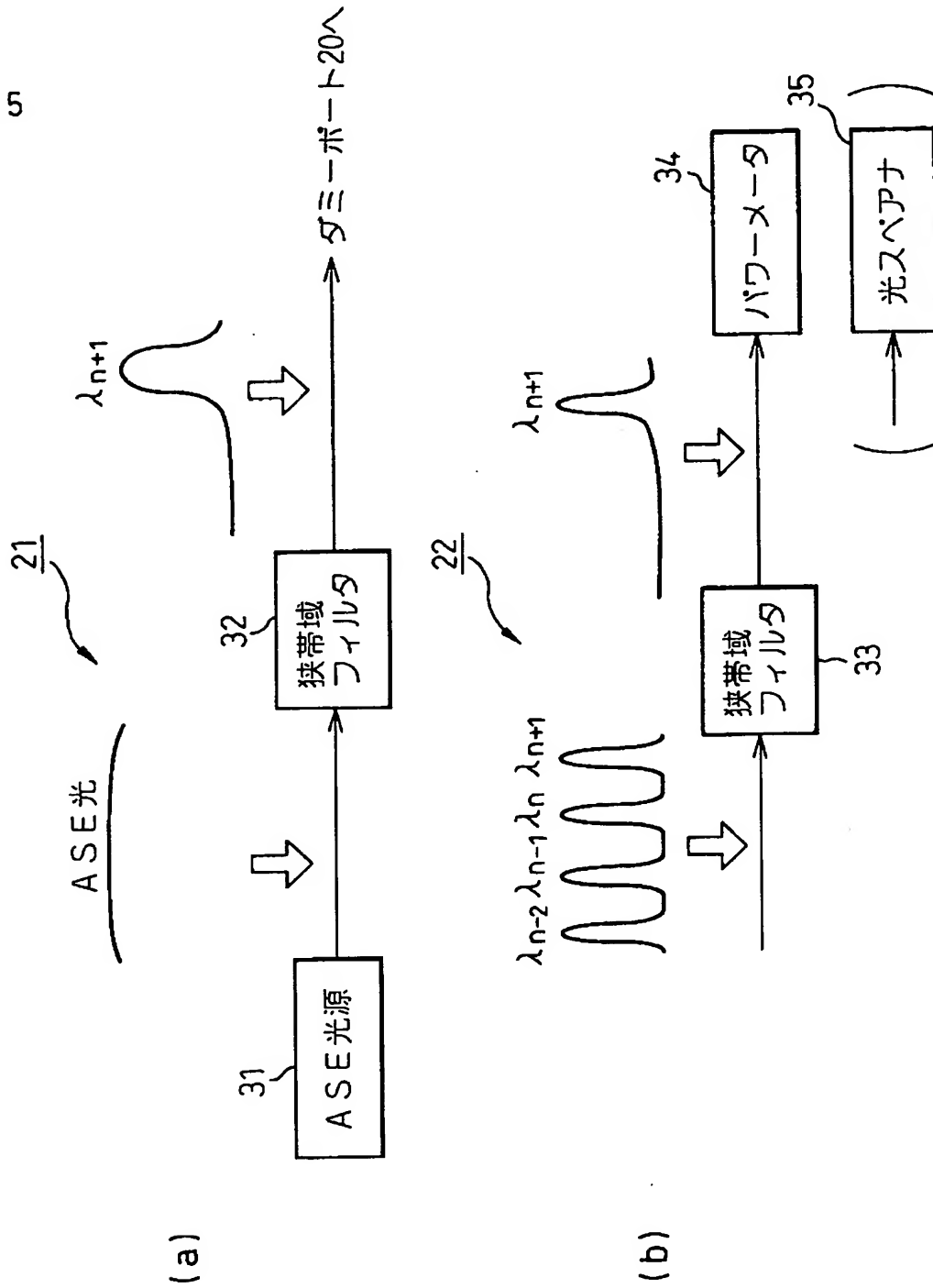


【図 4】



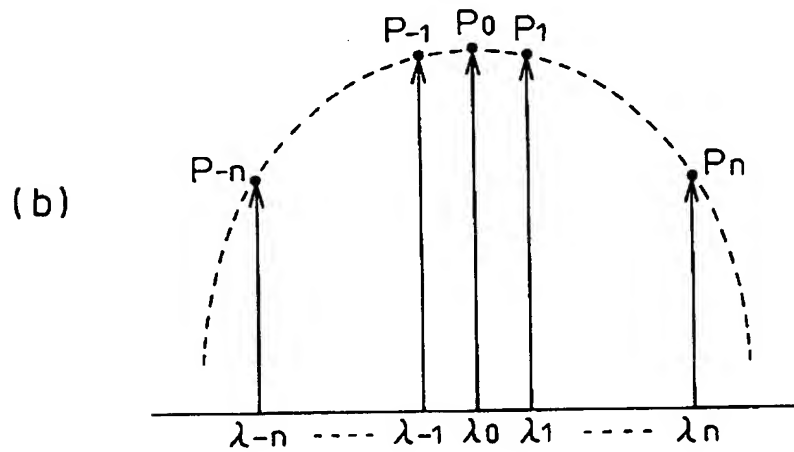
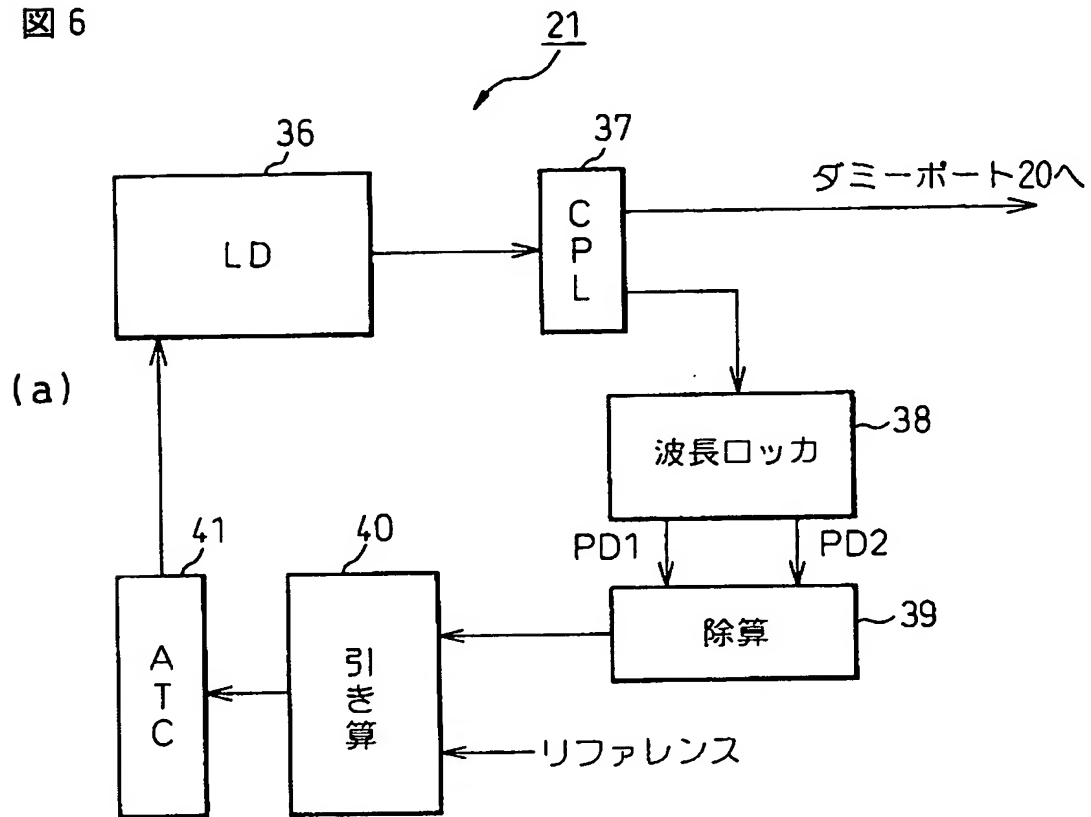
【図 5】

図 5



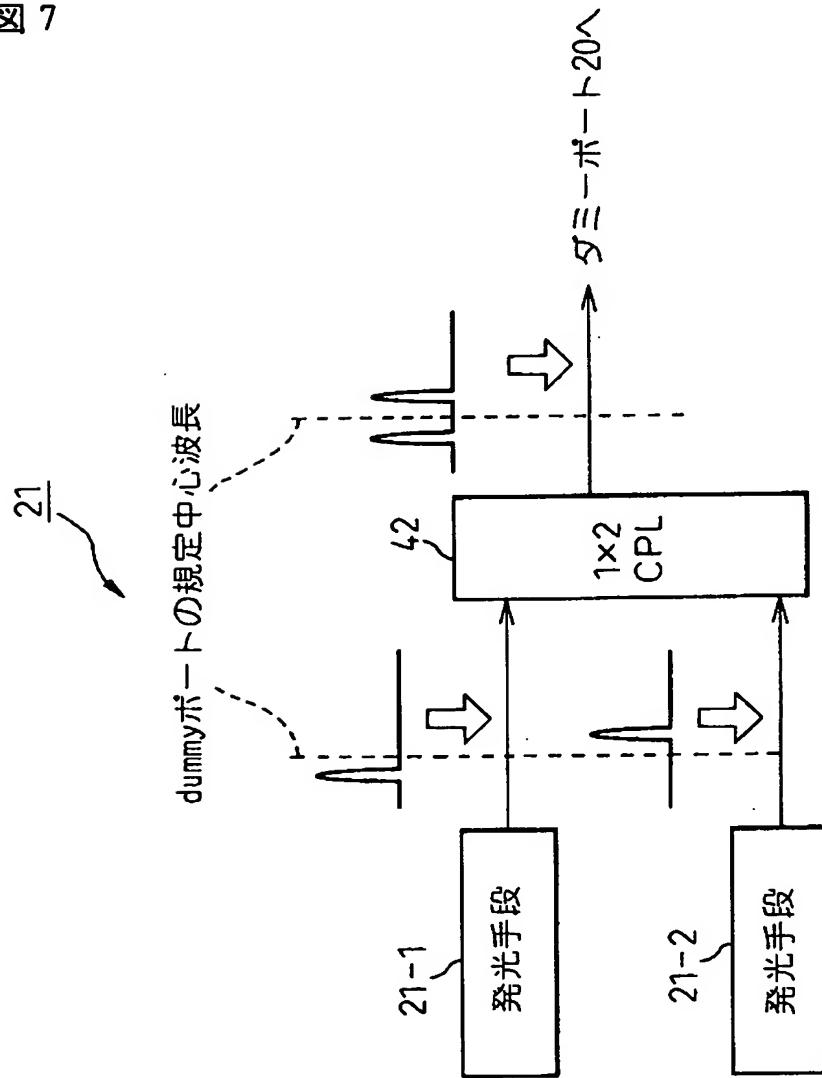
【図 6】

図 6



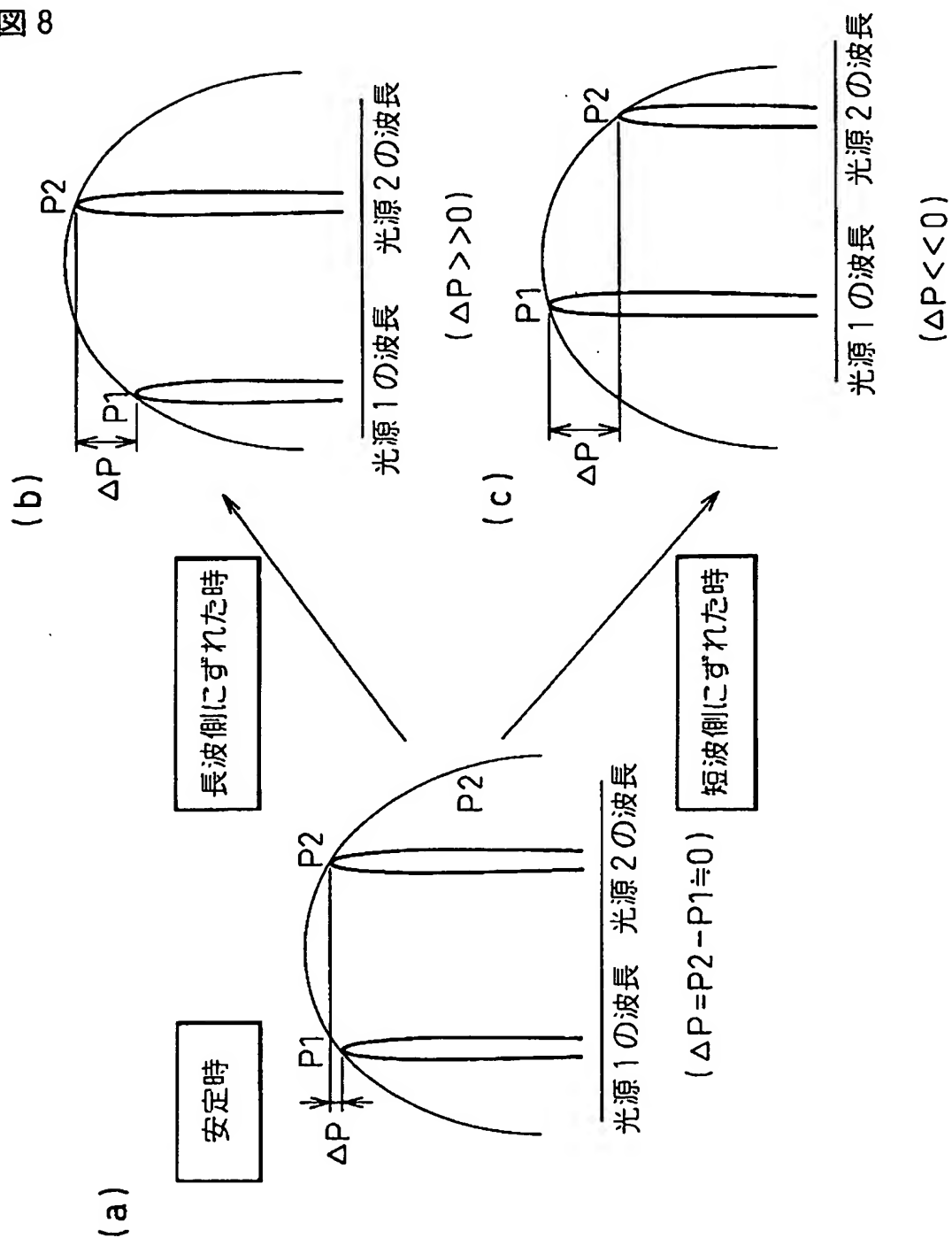
【図 7】

図 7



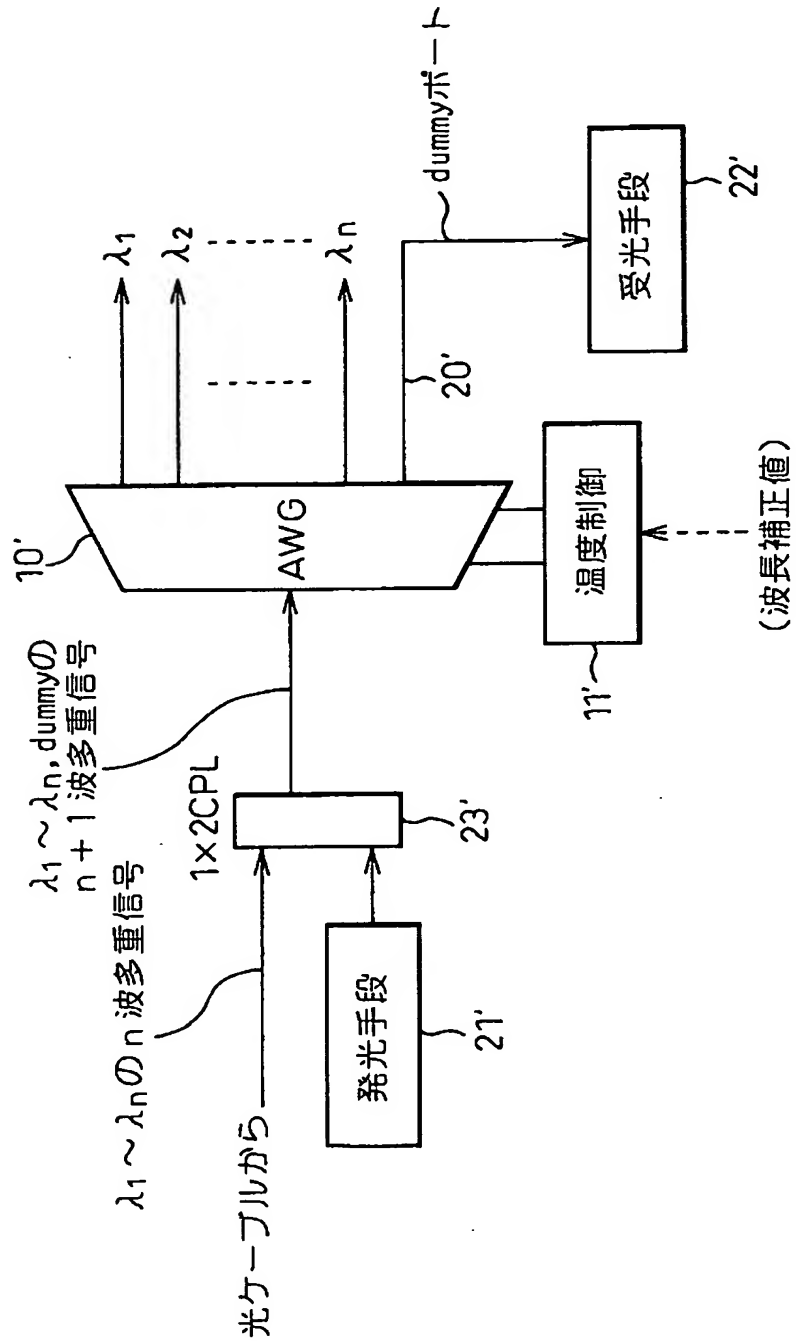
【図 8】

図 8



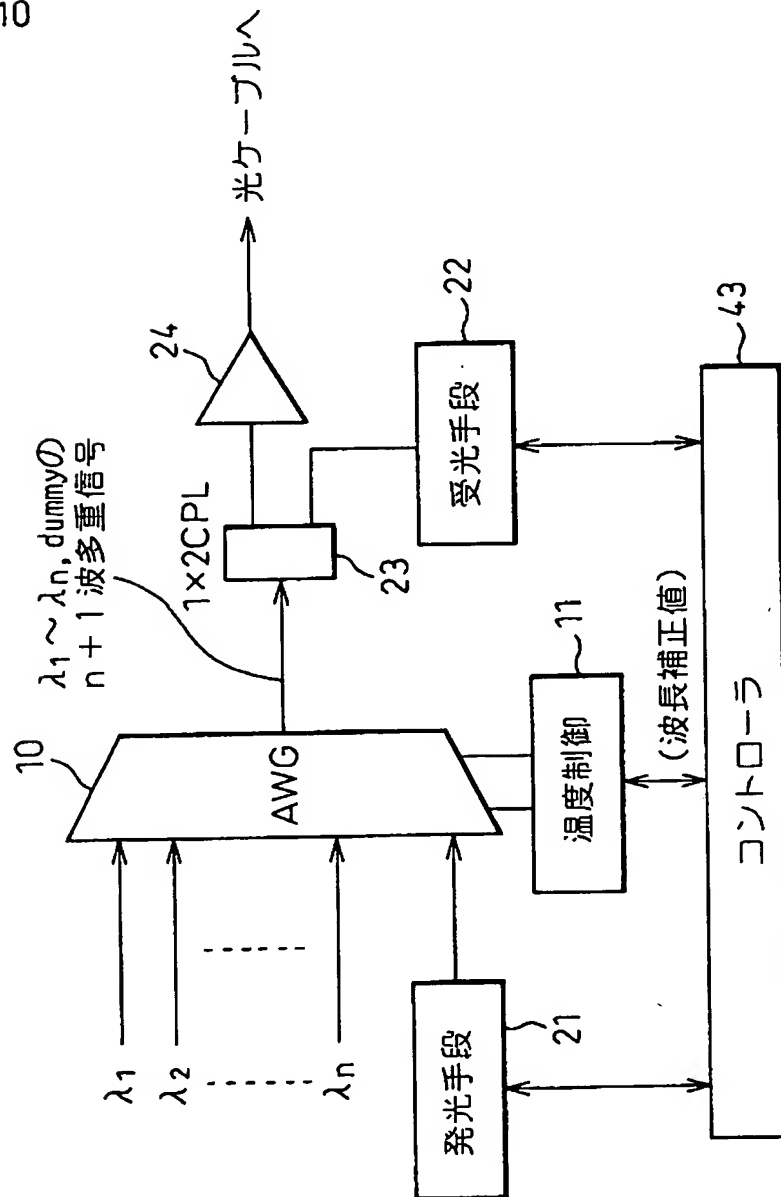
【図 9】

図 9



【図10】

図 10



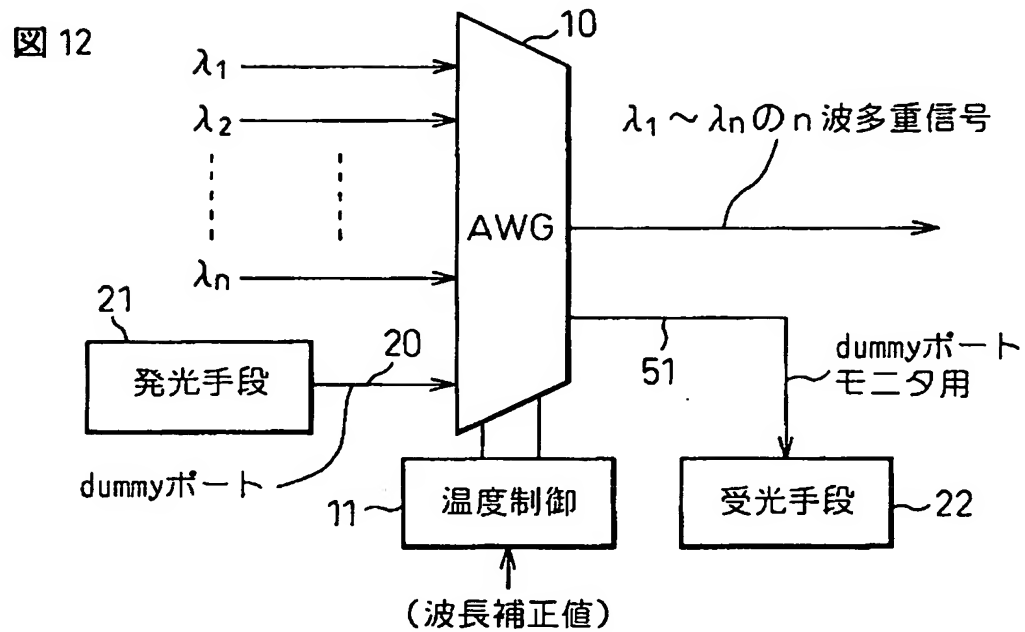
【図 1 1】

図 11

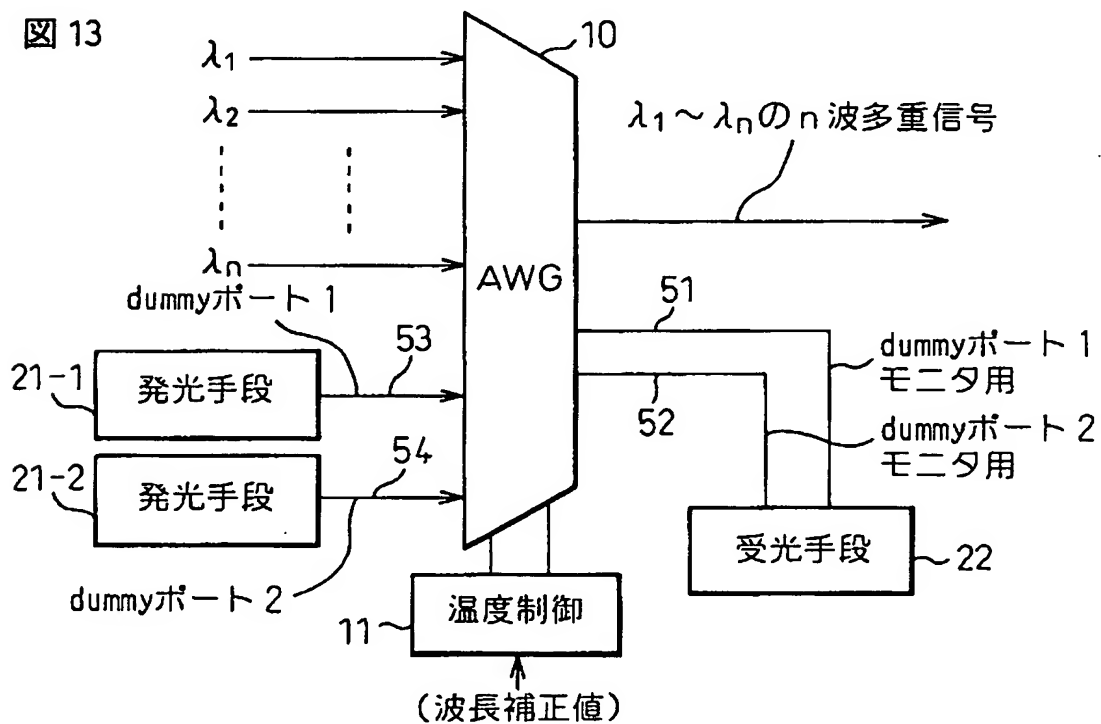
44

	波長変動	リファレンス電圧設定	D/A書き込み
1	-10pm	+350mV	D 4h
2	-8 pm	+280mV	C 8h
3	-6 pm	+210mV	B 6h
4	-4 pm	+140mV	A 4h
5	-2 pm	+70mV	92h
6	± 0 pm	± 0	80h
7	2 pm	-70mV	6 E h
8	4 pm	-140mV	5 C h
9	6 pm	-210mV	4 A h
10	8 pm	-280mV	38h
11	10pm	-350mV	26h

【図 1 2】

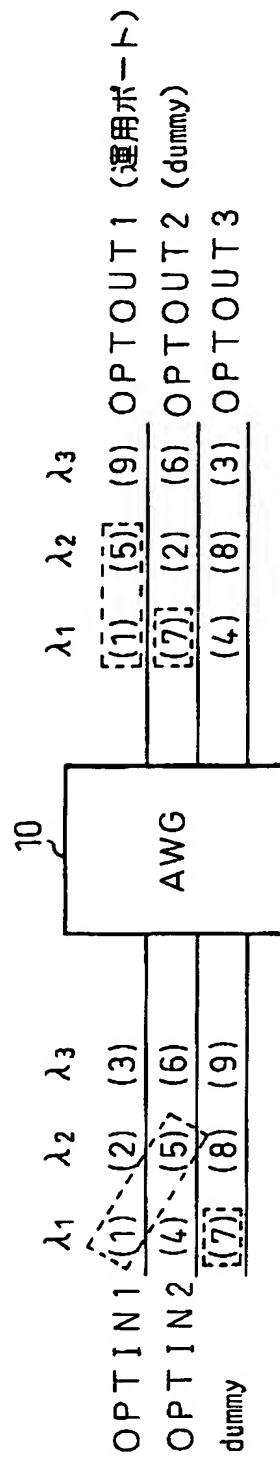


【図 1 3】



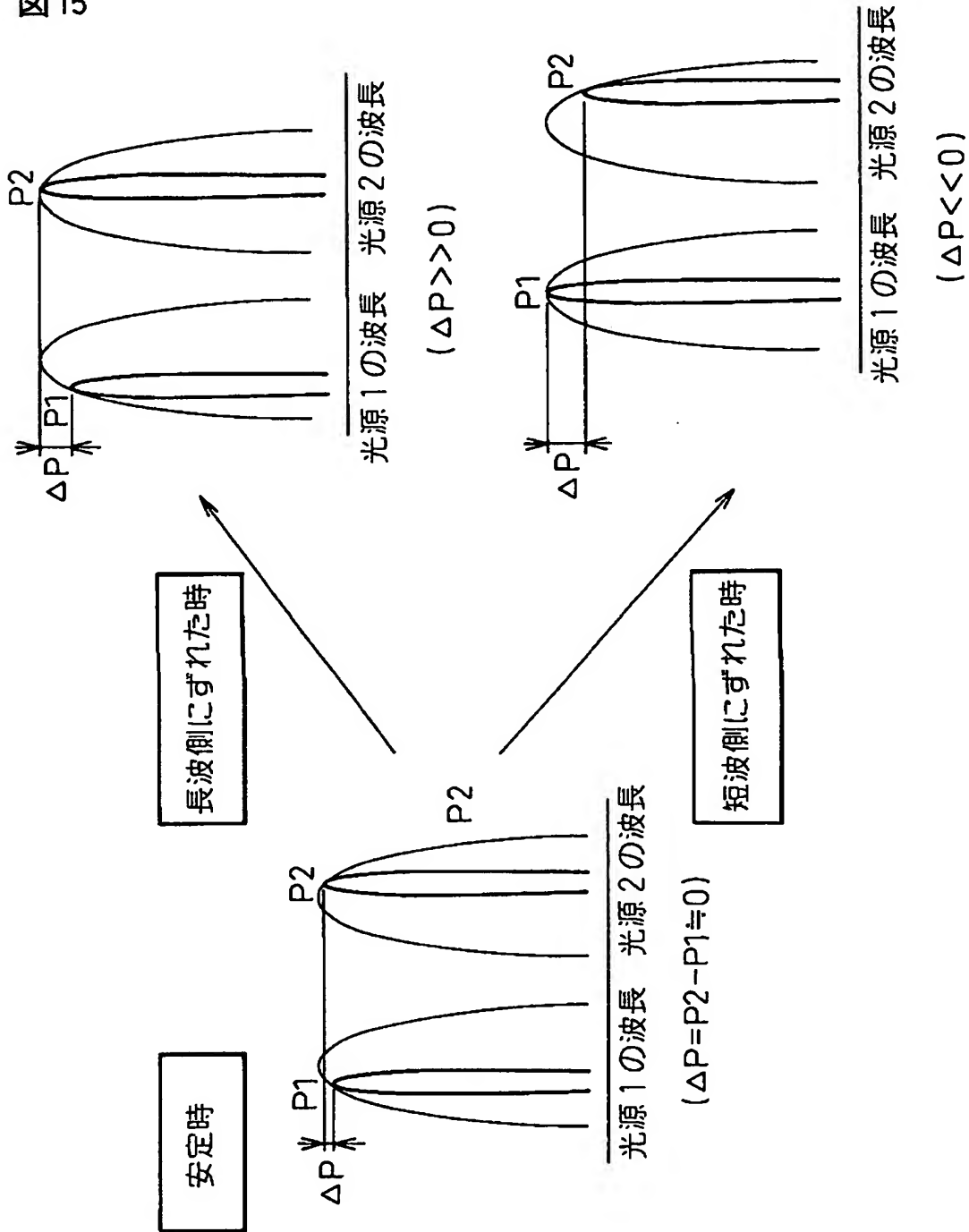
【図 1 4】

図 14



【図 15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長多重光伝送装置に関し、特にアレイ導波回路格子（AWG）と関連部品の温度特性や経時変動等に影響されず高い波長安定度を備えた波長多重光伝送装置を提供する。

【解決手段】 波長多重光伝送装置は、運用入力／出力ポートと入力ダミーポートとを有するアレイ導波回路格子 1 0 と、前記入力ダミーポートに入力されるパイロット信号を発生する発光手段 2 1 と、前記運用出力ポートから出力される前記パイロット信号を含む波長多重信号をモニタする受光手段 2 2 と、前記モニタされたパイロット信号により検知された前記アレイ導波回路格子の波長変動量をキャンセルするアレイ導波回路格子の温度制御回路 1 1 と、を具備する。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社